

RANCANG BANGUN PROTOTIPE TROLI PENGIKUT MANUSIA DENGAN KAMERA

Mohammad Syafruddin

Program Studi Mekatronika, Fakultas Teknik, Universitas Trujoyo Madura
Jl. Raya Telang, PO.Box. 2 Kamal Bangkalan - Madura
Email: moh.syafruddin45@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan dunia robot sangat pesat, diantaranya robot *humanoid*, *bioloid*, tak terkecuali jenis *mobile robot*. Robot diciptakan untuk mempunyai kelebihan yang tidak dimiliki oleh manusia. Salah satunya adalah bisa bekerja tanpa batas yang tidak ditentukan. Hal ini mengharuskan robot mempunyai bermacam-macam komponen sensor untuk terciptanya *intelligent autonomous behavior* pada robot. Penelitian ini berjudul “rancang bangun prototipe trolis pengikut manusia dengan kamera”. Tujuannya untuk memudahkan dalam pemindahan barang dari satu tempat ke tempat lain. Alat ini nantinya akan mendeteksi warna pakaian dari manusia yang akan diikuti dengan menggunakan kamera (*webcame*) sebagai sensor dan hasil tangkapan kamera akan diproses menggunakan C# dengan memanfaatkan *library open source* AForge.NET untuk menentukan titik X dan Y pada posisi obyek yang akan diikuti. Data ini akan diproses kembali untuk menentukan beberapa sudut dari obyek yang tampil pada *frame*, kemudian data ini akan dikirim pada arduino sebagai *minimum system* untuk menerjemahkan data dari C# sehingga kedua motor DC (roda) dapat berjalan dan robot selalu mengikuti obyek berdasarkan warna. Dalam rancang bangun ini dihasilkan alat berupa prototipe trolis pengikut manusia dengan kamera, sudah dapat digunakan dengan hasil pembacaan kamera yang baik dan pembacaan sensor ultrasonik yang sempurna. Pengiriman data dari C# pada arduino berjalan dengan lancar selama *serial monitor* arduino tidak digunakan untuk keperluan lainnya.

Kata kunci: trolis pengangkut barang, robot pengikut warna, *tracking video*, kamera, arduino, *serial port* aplikasi C#, AForge.NET.

ABSTRACT

Rapid development of the robot world, including a humanoid robot, Bioloid, not to mention the type of mobile robot. Robot created to have advantages not possessed by humans. One is able to work without indefinite. This requires the robot has various sensor components for the creation of intelligent autonomous behavior on the robot. This study entitled "design prototype follower trolley man with a camera". The aim is to facilitate the transfer of goods from one place to another. This tool will detect the color of the clothes of people who will be followed using the camera (*webcame*) as sensor and camera catches will be processed using C # by making use of open source libraries AForge.NET to determine points X and Y on the position of the object to be followed. This data will be processed back to specify multiple angles of objects appear in the frame, then this data will be sent to the arduino as a minimum system to translate the data from C # so that the second DC motor (wheel) can run and robot always follow the object by color. In this design produced a prototype tool trolleys human followers with a camera, it can be used with good results the camera readings and perfect ultrasonic sensor readings. Sending data from C # on arduino running smoothly during arduino serial monitor is not used for other purposes.

Keywords: trolley porters, robotic followers of color, video tracking, camera, arduino, serial port C # application, AForge.NET.

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Robot sudah banyak dikembangkan oleh beberapa negara di seluruh dunia. Diantaranya robot *humanoid*, *bioloid*, tak terkecuali jenis *mobile robot*. *Mobile robot* banyak digunakan dalam beberapa penelitian dengan dilengkapi bermacam-macam sensor, diantaranya menggunakan sensor ultrasonik dan kamera [1]. Hal ini bertujuan membantu terciptanya *intelligent autonomous behavior* dan kontrol gerakan yang menjadikannya sangat penting untuk pengaplikasian pada *mobile robot* yang dibahas [2].

Kamera adalah salah satu jenis *hardware* yang dapat digunakan sebagai sensor untuk membantu mengenali lingkungan di sekitar dan dapat dihubungkan dengan C# [3]. Bahasa pemrograman C# berfungsi sebagai pengolahan citra digital dan menghasilkan sebuah *output* yang akan dijadikan sebuah acuan kontrol untuk mengikuti sebuah target berdasarkan warna pada robot pengikut manusia [4]. C# juga memiliki *library open source*, salah satunya adalah AForge.NET. AForge.NET dirancang bagi para pengembang dan peneliti di bidang komputer vision, jaringan syaraf tiruan, algoritma genetika, logika *fuzzy* dan robotika [5].

Penelitian ini membahas perancangan dan pembuatan inovasi baru dari robot mobil pengikut target. Peneliti nantinya akan mengimplementasikan pada troli pengangkut barang. Hal ini tentunya dapat memudahkan dalam pemindahan barang dari satu tempat ke tempat lain. Troli manual yang ada saat ini tidak cukup efektif dalam hal waktu dan tenaga. Disebabkan pada beberapa pegawai supermarket masih menggunakan tangan maupun troli manual saat memindahkan barang. Ini menunjukkan bahwa pentingnya troli otomatis terhadap pegawai supermarket.

Alat ini nantinya akan mengikuti target menggunakan sensor kamera dengan cara mendeteksi warna R,G, B dari warna target dengan menggunakan C# yang memanfaatkan AForge.NET sebagai *library open source* untuk mempermudah proses

pengolahan citra pada robot. Sehingga troli ini dapat membantu manusia dalam memindahkan barang serta menimbulkan rasa nyaman dan efisien saat melakukan aktifitas tersebut.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka berikut adalah permasalahan yang akan dibahas dalam pembuatan penelitian ini. Bagaimana cara membuat robot mobil dengan dilengkapi sensor kamera yang digunakan sebagai troli pengikut manusia untuk memindahkan barang dengan mengikuti warna target.

C. Tujuan

Troli pengikut manusia dengan kamera ini diharapkan dapat digunakan oleh pegawai supermarket dalam memindahkan atau mengangkat barang saat penataan barang di supermarket, sehingga pekerjaannya mudah dan tidak mengeluarkan tenaga yang berlebihan.

D. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka berikut ini adalah batasan masalah yang dipakai dalam penelitian ini, yaitu :

- Alat yang dibuat berupa prototipe.
- Sensor kamera diproses menggunakan laptop dengan memanfaatkan C#.
- Menggunakan *library open source* AForge.NET.
- Tidak boleh ada warna yang sama pada area target yang akan diikuti.

2. TEORI PENUNJANG

A. Penelitian Pendukung

Berkaitan dengan pembuatan troli pengikut manusia (target) dalam penelitian sebelumnya oleh M. Latif [4] yang meneliti tentang robot pengikut manusia menggunakan C# untuk memproses hasil tangkapan kamera dengan mendeteksi warna merah menggunakan *wrapper* Emgu CV yang merupakan *library* dari Open CV. M. Latif juga mengembangkan penelitiannya dengan menambahkan metode *Neuro Fuzzy* untuk membantu dalam penalaran dan penentuan proses pengendalian kecepatan robot pengikut manusia [2].

M. Latif menggunakan robot mobil dalam mengimplementasikan penelitiannya, sehingga tidak beda jauh dengan apa yang dikerjakan oleh peneliti. Dalam penelitiannya, M. Latif hanya menggunakan warna merah dengan langsung menentukan nilai RGB pada program C#. Hal ini tentunya kurang fleksibel dan efisien dalam menentukan warna target dengan intensitas pencahayaan yang berbeda. Apabila target terkena intensitas cahaya yang berbeda, nilai R,G,B terhadap pembacaan sensor kamera juga berubah, maka dari itu peneliti menambahkan komponen *trackbar* pada C# yang digunakan sebagai pengatur untuk menentukan nilai R,G,B. Hal ini dilakukan agar nilai R,G,B-nya sesuai dengan warna target yang akan diikuti.

Library AForge.NET juga pernah digunakan oleh Fatkhul Uman, penelitian tersebut memaparkan tentang kegunaan AForge.NET dalam pengolahan citra untuk melakukan target *tracking* yang implementasinya pada kursi roda untuk mengikuti target berdasarkan warna merah [5]. Kursi cerdas *autonomous* yang telah dikerjakan oleh Fatkhul Umam belum mampu menghindari atau berhenti apabila adaobyekselain target yang diikuti. Maka dari itu peneliti menambahkan sensor ultrasonik pada penelitiannya, agar troli pengangkut barang menggunakan sensor kamera dapat berhenti dan tidak menabrak apabila ada obyek selain target yang akan diikuti.

Dalam pembuatan troli pengikut manusia dengan kamera, peneliti menggunakan library yang sama dengan apa yang dinggunakan oleh Fatkhul Umam untuk proses *tracking object*, yaitu AForge.NET. Peneliti menggabungkan bahasa pengrograman C# dengan arduino menggunakan serial port yang paparkan oleh Fredy Cristiawan.

A. Arduino Mega 2560

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* arduino menggunakan prosesor Atmel AVR dan

software-nya menggunakan IDE *Java*. Proyek ini berawal di Ivrea, Italia pada tahun 2005. Pendirinya adalah Massimo Banzi dan David Cuartielles. Contoh Arduino seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Arduino Mega 2560

B. Motor DC

Motor DC adalah motor yang memerlukan tegangan DC untuk berputar, motor ini menggunakan lilitan kawat email hanya pada rotor saja dan 2 buah magnet pada stator. Motor DC banyak digunakan pada peralatan-peralatan elektronik pada umumnya.

C. Kamera (Webcam)

Webcam adalah kamera waktu nyata (keadaan pada saat ini juga) yang dihubungkan pada komputer melalui USB. Pada umumnya *webcam* tidak membutuhkan kaset atau tempat penyimpanan data, data hasil perekaman yang didapat langsung ditransfer pada komputer. Definisi lain tentang *WebCam* adalah sebuah periferal berupa kamera sebagai pengambil citra atau gambar dan mikropon (optional) sebagai pengambil audio yang dikendalikan oleh sebuah komputer atau oleh jaringan komputer.

B. Visi Komputer

Visi komputer merupakan proses otomatis yang mengintegrasikan sejumlah besar proses untuk persepsi visual, seperti akuisisi citra, pengolahan citra, pengenalan dan membuat keputusan. Visi komputer mencoba meniru cara kerja sistem visual manusia (*human vision*) yang sesungguhnya sangat kompleks dan diharapkan memiliki kemampuan tingkat tinggi sebagaimana *human visual*.

C. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah modul yang berfungsi untuk melakukan pengukuran jarak suatu obyek dengan memanfaatkan sinyal suara ultrasonik.

3. PERANCANGAN SISTEM

A. Alat dan Bahan

Kebutuhan Hardware

- Kamera 1 buah
- Ultrasonik 1 buah
- Laptop 1 buah
- Relay 1 buah
- Arduino 2 buah
- Motor DC 2 buah
- Baterai 1 buah
- Akrilik
- Aluminium batang
- Kabel

Kebutuhan Software

- Visual studio C#
- Sketch arduino

Alat Pendukung

- Solder
- Gergaji
- Bor
- CNC
- Tool kit

B. Gambaran Umum

Alur Kerja Sistem

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran kerja sistem, perencanaan sistem dan pembuatan sistem. Alur kerja sistem secara umum, ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Kerja Sistem

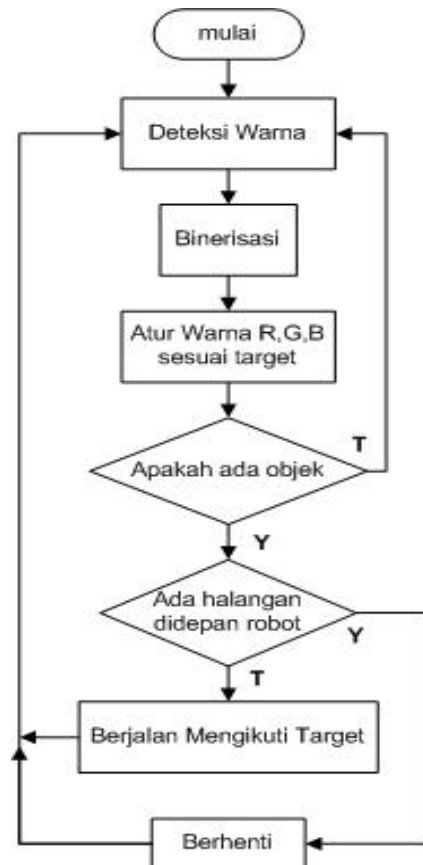
Keterangan Gambar 2:

- Gambar A adalah kamera
- Gambar B adalah sensor ultrasonik

- Gambar C adalah laptop
- Gambar D adalah arduino 1
- Gambar E adalah arduino 2
- Gambar F adalah relay
- Gambar G adalah driver motor
- Gambar H adalah motor DC 1
- Gambar I adalah motor DC 2
- Gambar J adalah baterai 12 volt

C. Flowchart Umum

Flowchart umum menjelaskan tentang flowchart secara umum sehingga dapat mudah dimengerti. Ada beberapa proses penting pada flowchart pada Gambar 3.2. diantaranya adalah pendeteksian warna, binerisasi, pengaturan nilai R,G,B sesuai warna target yang akan diikuti, jika ada target maka troli akan mengikuti target tersebut dan jika ada halangan didepan robot troli maka troli akan berhenti. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart umum

D. Hasil Alat

Penelitian ini menghasilkan prototipe alat dengan penataan tata letak komponen seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil alat

Keterangan Penempatan Komponen pada Gambar 4 :

- Kamera ditempatkan paling atas dan menghadap ke depan agar dapat menangkap citra di area depan robot untuk mencari target.
- Ultrasonik ditempatkan paling atas di bawah kamera dan menghadap ke depan agar dapat mengetahui apakah ada obyek di depan robot, sehingga robot tidak menabrak obyek di depannya.
- Keranjang belanja ditempatkan pada *body* robot bagian atas, agar memudahkan saat pengambilan benda untuk ditata pada supermarket.
- Relay ditempatkan tidak jauh di atas baterai bertujuan untuk mempermudah pembuatan instalasi listrik pada robot.
- Baterai ditempatkan di tengah *body* robot bagian bawah untuk menyeimbangkan titik berat pada robot.
- Arduino ditempatkan tidak jauh di atas baterai dan relay bertujuan untuk mempermudah pembuatan instalasi listrik pada robot.
- Laptop ditempatkan pada *body* robot bagian bawah bertujuan agar terlindungi dari benturan yang dapat merusak robot.
- Kedua motor DC (roda) ditempatkan di depan robot bagian bawah agar robot dapat berjalan dengan baik dan tidak terjadi selip ketika robot sedang berjalan.

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

A. Pengujian Sensor Ultrasonik dan Relay

Pada pembahasan ini adalah pengujian sensor ultrasonik, tujuan dilakukan pengujian tersebut yaitu untuk mengetahui apakah sensor ultrasonik dapat berjalan dengan baik dan jarak yang dihasilkan sama seperti nilai jarak menggunakan pengukuran lainya (penggaris). Hasil dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor ultrasonik

No	Barang	Jarak	Hasil alat ukur	Error
1.	Baju	70 cm	69 cm	1 cm
2.	Buku	70 cm	70 cm	0 cm
3.	Baner	70 cm	70 cm	0 cm
4.	Tas	70 cm	69 cm	1 cm
5.	Tembok	70 cm	70 cm	0 cm

Dari hasil percobaan sensor ultrasonik pada Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa respon sensor ultrasonik terhadap benda yang berbeda mempunyai tingkat eror yang berbeda, hal ini diakibatkan oleh permukaan benda yang terdeteksi tidak rata.

B. Pengujian Roda Troli

Pada pembahasan kali ini yaitu pengujian roda troli, tujuan dilakukan pengujian tersebut yaitu untuk mengetahui apakah kedua roda troli dapat berfungsi dengan baik dan mengetahui kecepatan robot pada saat dijalankan. Hasil dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Roda Troli

NO	Jarak/cm	Waktu/Detik	kecepatan Cm/Detik
1	100	6.29	15.89825119
2	100	5.36	18.65671642
3	100	5.43	18.41620626
4	100	6.08	16.44736842
5	100	6.03	16.58374793
6	100	5.31	18.83239171
7	100	5.41	18.48428835
8	100	5.57	17.95332136
9	100	5.49	18.21493625
10	100	6.18	16.18122977
Rata-Rata			17.56684577

Dari hasil percobaan pada Tabel 2 ada perbedaan nilai kecepatan robot, percobaan

pertama menghasilkan kecepatan 15.89 cm/detik, percobaan kesembilan menghasilkan kecepatan 18.21 cm/detik. Dan rata-rata kecepatannya adalah 17.55 cm/detik. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan robot yang berubah-ubah, semakin cepat robot berjalan, maka semakin bagus respon yang akan dijalankan.

Dari hasil percobaan sensor kamera dengan C# pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa perbedaan intensitas cahaya berpengaruh pada hasil pembacaan. Nilai eror RGB berbeda-beda tergantung warna yang dideteksi, hal ini dikarenakan karakteristik warna yang berbeda terhadap perubahan pencahayaan lingkungan di sekitar, seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Camera Dengan C# Pada Trolis

No	Benda	Warna	Tempat	Jumlah Lampu	Waktu	Nilai			Eror		
						R	G	B	R	G	B
1	Tutup Trainer	Biru	laboratorium mekatronika dasar	1 Lampu	19.05 WIB	0	174	223			
2	Tutup Trainer	Biru	laboratorium mekatronika dasar	3 Lampu	19.05 WIB	22	214	201	22	40	-22
3	Tutup Toples	Orange	laboratorium mekatronika dasar	1 Lampu	19.05 WIB	225	71	0			
4	Tutup Toples	Orange	laboratorium mekatronika dasar	3 Lampu	19.05 WIB	255	135	0	30	64	0
5	Tulisan tutup Trainer	Merah	laboratorium mekatronika dasar	1 Lampu	19.05 WIB	150	0	137			
6	Tulisan tutup Trainer	Merah	laboratorium mekatronika dasar	3 Lampu	19.05 WIB	191	0	9	41	0	-128
7	Lambang tutup Trainer	Kuning	laboratorium mekatronika dasar	1 Lampu	19.05 WIB	103	202	22			
8	Lambang tutup Trainer	Kuning	laboratorium mekatronika dasar	3 Lampu	19.05 WIB	154	236	43	51	34	21
9	Helix	Merah	laboratorium RIS	0 Lampu	11.15 WIB	227	0	0	-43	0	0
10	Helix	Merah	laboratorium RIS	2 Lampu	11.15 WIB	184	0	0			
11	Helix	Kuning	laboratorium RIS	0 Lampu	11.15 WIB	193	225	69	-28	0	-20
12	Helix	Kuning	laboratorium RIS	2 Lampu	11.15 WIB	165	225	49			

C. Pengoperasian Alat

Pengoperasian alat ini akan dijalankan dengan beberapa tahapan, diantaranya:

1. Hidupkan laptop.
2. Jalankan C# dan sketch arduino.
3. *Download*-kan program jarak pada arduino1 (untuk memutus atau menyambung energi motor dengan mengetahui jarak) menggunakan COM6, arduino1 menggunakan daya 5 volt dari baterai.
4. *Download*-kan program *camera* pada arduino2 (untuk menerima data dan mengatur PWM motor) menggunakan COM15, arduino menggunakan daya dari laptop sekaligus menerima data dari C#.
5. Tancapkan USB *webcame* pada laptop, sensor ultrasonik pada arduino1 dan *driver* motor pada arduino2.

6. Jalankan program C# dan atur nilai R,G dan B sesuai warna target yang akan diikuti.
7. Klik *koordinat* dan robot akan jalan mengikuti warna target yang dipilih.

D. Hasil Pengujian Trolis

Pada pembahasan ini, peneliti mengujian trolis secara keseluruhan dan menambahkan beban terhadap trolis, tujuan dilakukan pengujian tersebut yaitu untuk mengetahui apakah trolis berfungsi seperti apa yang diinginkan dan mengetahui kecepatan trolis pada saat dijalankan dengan beban yang terpasang. Hasil dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Trolis Dengan Beban

No	Jarak (cm)	Beban (gram)	Waktu (detik)	Kecepatan cm/detik
1	300	0	14.32	20.94972067
2	300	4000	15.01	19.98667555
3	300	8000	17.06	17.58499414
4	300	12000	17.23	17.41149158

Dari hasil pengujian alat yang dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai alur kerja sistem pada Gambar 3, menjelaskan bahwa proses alur kerja sistem dari alat ini dimulai dari kamera (*webcam*) yang berfungsi untuk mengetahui lingkungan citra di depan robot dan akan diproses oleh laptop dengan menggunakan C#. Tujuannya untuk membedakan warna target yang akan diikuti dengan warna objek. Hasil data ini nantinya akan dikirim pada arduino2 untuk menjalankan motor kanan dan motor kiri sesuai nilai PWM yang telah ditentukan, sehingga trolis akan selalu mengikuti target tersebut. Arduino1 akan memutus sumber daya robot apabila jarak robot dengan obyek berada pada 1 cm sampai 70 cm, jarak robot dengan obyek diketahui dari pembacaan sensor ultrasonik.

Pada Tabel 4 dilakukan beberapa kali percobaan terhadap trolis secara keseluruhan, percobaan pertama trolis tidak membawa beban, jarak 300 cm ditempuh selama 14,32 detik dan nilai rata-rata kecepatannya adalah 20,94 cm/detik. Pada percobaan keempat trolis mengangkut beban seberat 12000 gram. Jarak 300 cm ditempuh dengan waktu 17,23 detik dan nilai rata-rata kecepatannya adalah 17,41 cm/detik. Hal ini menunjukkan bahwa

semakin ringan beban troli yang diangkut maka semakin cepat pergerakan troli berjalan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah dilakukan beberapa pengujian secara bertahap pada robot troli, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengujian terhadap sensor ultrasonik menghasilkan jarak maksimum 500 cm, sehingga jarak yang digunakan adalah 1 cm sampai 70 cm untuk menghidupkan relay.
2. Perubahan pencahayaan terhadap target mempengaruhi pembacaan kamera, sehingga hasil pembacaan sedikit berubah dan tidak terlalu signifikan, maka dari itu nilai R,G,B pada pembacaan dapat diatur untuk memaksimalkan pembacaan kamera.
3. Penggabungan C# dengan sketch arduino menggunakan *serial port* berjalan dengan baik selama *serial monitor* arduino tidak digunakan untuk keperluan lainnya.
4. Troli dapat berjalan mengikuti target berdasarkan warna yang diinginkan dengan kecepatan maksimal 20.94 cm/detik tanpa beban.
5. Semakin ringan beban troli yang diangkut maka semakin cepat pergerakan troli berjalan.

B. Saran

Untuk menyempurnakan lebih lanjut maka ada beberapa saran yang perlu ditambahkan antara lain:

1. Prototipe troli ini diharapkan dapat diaplikasikan pada troli sebenarnya.
2. Troli ini belum mampu mengikuti cepat atau lambatnya pergerakan maju mundur pada target.

Elektro Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.

- [2] Latif, M., [2012], "Implementasi *Neuro Fuzzy* Pada Pengendalian Kecepatan Robot Pengikut Manusia" Program Magister Bidang keahlian mekatronika, program studi elektro fakultas teknologi industri, institut teknologi sepuluh november surabaya. EECCIS2012.
- [3] Ervika, S.P., "Aplikasi *Webcam* Untuk Mendeteksi Gerakan Suatu Objek", Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Elektronika Dan Telekomunikasi Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.
- [4] Latif, M. [2013], "Perancangan Pendeteksian Target Berdasarkan Warna Pakaian Manusia", Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, Yogyakarta. 06-1-06-6.
- [5] Umam Fatkhul, "Penjejak obyek Pada Kursi Roda Cerdas *Autonmouse*", Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.
- [6] Fredy, C., [2013], "Pemanfaatan RFID Sebagai Pemeriksa Jumlah Ban Di Gudang Penyimpanan Berbasis Arduino Dengan Sms Sebagai Media Transmisi Data".

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Endang, H.D., "Rancang Bangun Mobile Robot Penjejak Benda Bergerak Berbasis Pengendali PD (*Propositional-Derivative*) Menggunakan Mikrokontroler AVR Atemega8535", Jurusan Teknik

